

**COLECTA Y CARACTERIZACION MOLECULAR DE GERMOPLASMA DE  
MURTA (*Ugni molinae* Turcz.)<sup>1</sup>  
EN CHILE.**

Ivette Seguel B., Enrique Peñaloza H., Nelba Gaete C. Adolfo  
Montenegro B. y Andrea Torres P.  
Instituto de Investigaciones Agropecuarias  
Centro Regional de Investigación Carillanca.  
Casilla 58-D.Temuco Chile.

**ABSTRACT**

**Collecting and molecular characterisation murta (*Ugni molinae* Turcz.) germplasm  
in Chile.**

**Key words:** *Ugni molinae*, germplasm collecting, soil chemical characterisation, molecular characterisation.

One hundred accessions of murta (*Ugni molinae* Turcz.) were collected during the 1996 season in an area extending from the VII to the X Region (35° to 42° SL). Sites of collection were characterised by marine climatic and soils with low levels of N and available P, low levels of exchangeable K and high levels of Al saturation. Fruits shown an extensive variability in chemical and physical properties with both size and weight decreasing from North to South and soluble solids increasing. A clear relationship between environmental conditions and the expression of fruit colour was found, with pink and yellow fruits being more frequent towards the North whereas red fruits were common towards the coldest southern area. Variability within the population was confirmed at molecular level by applying the random amplified polymorphic DNA (RAPD) technique. By using 31 polymorphic loci generated by seven primer, similarities among accessions ranged from 0.100 a 0.833 and from 0.182 to 0.909 when Jaccard's and Nei and Li's coefficient of similarity where computed. These results show an extensive genetic variation within the population of *Ugni molinae* T. evaluated, and suggest the feasibility to improve commercial attributes of this species by single plant selection.

---

<sup>1</sup> Financiado por FONDECYT 1960032

## RESUMEN

Se colectaron 100 accesiones de murta (*Ugni molinae* Turcz) durante la temporada 1996 en un área que se extiende desde la VII a la X Región (35° a 42°LS). Los sitios de colecta se caracterizaron por clima marino y suelos con bajos niveles de N y P disponible, K intercambiable y altos niveles de saturación de Al. Los frutos presentaron una variabilidad significativa respecto a características físico-químicas, se determinó que el peso y el tamaño de los frutos incrementan de Norte a Sur a diferencia de los sólidos solubles, cuyo incremento se observa de Sur a Norte. Se determinó una clara relación entre las condiciones ambientales y la expresión del color de los frutos. Mientras los colores amarillo y rosado fueron más frecuentes hacia el Norte, los frutos rojos fueron más comunes en el área Sur. La variabilidad dentro de la población se confirmó mediante un análisis molecular a través de RAPD's. Utilizando 31 locus polimórficos generados por siete partidores, se determinó que la similitud entre accesiones fluctuó entre 0.100 a 0.833 y desde 0.182 a 0.909 según el coeficiente de Jaccard y Nei&Li respectivamente. Los resultados muestran una amplia variabilidad genética dentro de la población de *Ugni molinae* T., lo que sugiere la posibilidad de mejorar atributos comerciales de la especie mediante selección de plantas individuales.

## INTRODUCCION

En Chile existen alrededor de 6.265 especies de plantas, de las cuales un 14,5 % son introducidas y un 85,5 % lo constituyen especies originarias de Chile, clasificadas como nativas y endémicas (Marticorena, 1994). Dentro de este grupo de especies se encuentra la murta o murtilla (*Ugni molinae* Turcz, *Myrtaceae*), especie silvestre, frecuente de encontrar asociada a otras especies que forman parte del bosque nativo del sur de Chile. La planta produce frutos globosos y pequeños, de agradable sabor y aroma, los que son utilizados para el consumo fresco, fabricación artesanal de mermeladas, jarabes, postres y licores (Novoa, 1983).

La natural adaptación de esta especie a suelos de baja fertilidad, unido a su habilidad para competir con otras plantas, indican que *U. molinae* podría constituirse en una interesante alternativa no sólo para suelos degradados, sino también como una opción para el sector frutícola del sur del país. En este sentido, se menciona la factibilidad de introducir esta especie en los mercados nacionales e internacionales como fruto fresco o procesado, ampliando su espectro actual de usos. Investigaciones han demostrado que la semilla contiene un alto grado de ácidos grasos insaturados como consecuencia de su elevado contenido de ácido linoleico (78.7%) y ausencia de ácido linolénico, indicando su potencial como aceite comestible (Pessa y Caprile, 1993).

En términos prácticos, la incorporación de *Ugni molinae* a la fruticultura nacional, implica necesariamente el inicio de un programa sistemático de investigación tendiente a solucionar las principales limitantes de producción, de manera que permitan transformar este fruto silvestre en un fruto cultivado. Experiencias en este sentido se han realizado con éxito en

especies de fruto pequeño, originalmente silvestres, tales como el cranberry (*Vaccinium macrocarpon*), el arándano o blueberry (*Vaccinium corymbosum*), el lingonberry (*Vaccinium vitis-idaea*) y sanddon (*Hippophae rhamnoides*), cuyo mejoramiento genético ha dado origen a una importante producción de frutos destinados al consumo fresco y la agroindustria (Buzeta, 1997). Sobre la base del potencial que presentaría este material endémico, el Instituto de Investigaciones Agropecuarias inició, a través de un proyecto FONDECYT, tareas de prospección, recolección y caracterización de *Ugni molinae*, con el propósito de obtener materiales que pudieran eventualmente transformarse en un nuevo cultivo, exclusivo en el ámbito mundial. En este trabajo se informa sobre la prospección, colecta, y caracterización molecular de murta o murtila (*Ugni molinae* Turcz.), colectada en el sur de Chile.

## MATERIALES Y METODOS

### Cobertura de la colecta y metodología de muestreo

El área de colecta cubrió un amplio rango de condiciones agroecológicas de Chile, desde la VII hasta la X regiones, en el transecto de la Cordillera de la Costa a Cordillera de los Andes. La selección de los sitios de colecta se basó en antecedentes bibliográficos sobre la distribución de la especie informados en la literatura (Alba, 1977; Landrum, 1988; Hoffmann, 1994). La distancia entre los sitios de colecta dependió de la uniformidad de los ecosistemas, seleccionándose aquellos con características disímiles en cuanto a ubicación geográfica y antecedentes edafoclimáticos.

La colecta de germoplasma se realizó entre febrero y mayo de 1996, considerando la época de fructificación de la especie. El criterio utilizado para individualizar las accesiones dentro de cada sitio se basó en características fenotípicas observables tanto de la planta, como de los frutos, dirigiéndose la colecta hacia aquellos que presentaron mayor divergencia. En cada sitio de colecta se tomaron muestras de frutos maduros, ramillas de crecimiento para las etapas de regeneración, y material de herbario para la determinación de las asociaciones botánicas. Paralelamente se obtuvieron muestras de suelo superficiales (0-20 cm), en cada sitio de colecta de germoplasma, para su caracterización química. Se determinó nitrógeno inorgánico disponible, fósforo disponible Olsen, pH en agua (relación 1/2,5), materia orgánica, cationes de intercambio (Ca, Mg, Na, K), suma de bases, aluminio intercambiable, CIC efectiva y saturación de aluminio según metodología de Sadzawka (1990).

Para la documentación (datos de pasaporte) de las accesiones, se utilizó una ficha de colecta de germoplasma, con información referente a: localización del sitio de colecta, fuente de recolección, tipo y frecuencia de la muestra, asociaciones botánicas, descripción de suelo, y aspectos fenotípicos de la planta. Los datos de origen de las accesiones fueron georeferenciados mediante un GPS (*Geographic Positional System*) y digitalizados en mapas a través de un Sistema de Información Geográfica (SIG).

## **Caracterización físico-química de los frutos**

Con el propósito de obtener información sobre algunas características morfológicas y químicas “*in situ*”, se colectaron y analizaron frutos de murta, evaluándose color, peso, diámetro ecuatorial (promedio de 20 frutos por accesión), y contenido de sólidos solubles. El color de los frutos se determinó utilizando como referencia el atlas de colores de Koppers (1996), en tanto que los sólidos solubles se obtuvieron mediante refractometría (expresado en °Brix), a partir de una muestra de 20 frutos por accesión.

Cuadro 1: Identificación, ubicación geográfica y accesiones de *Ugni molinae* Turcz. por sitio de colecta.

Table 1: Identification, location and geographical position of collected *U. molinae* Turcz.

Procedencia	Región	Lat.	Long.	Altitud msnm	Número		Identificación de la acesión (MUR)
		Sur	Este		sitio	por sitio	
Comun. Tilttil	IX	39°00'	72°36'	92	1	1	1
Comun. Tilttil	IX	39°00'	72°36'	92	2	2	02, 03
Comun. Tilttil	IX	39°00'	72°36'	92	3	2	04, 05
Tapihue	VII	35°46'	72°17'	350	4	16	06-1, 06-2, 06-3, 06-4, 06-5, 06-6, 06-7, 06,8 06-9, 06-10, 06-11, 06-12, 06-13, 06-14, 06-15, 06-16,
Piren Alto	VII	35°58'	72°26'	300	5	4	07-1, 07-2, 07-3, 07-4
Embalse Tutuven	VII	35°53'	72°23'	170	6	3	08-1, 08-2,8-3
Los Ruiles	VII	35°49'	72°30'	150	7	3	09-1, 09-2A, 9-2B
Cabrería	VII	35°50'	72°50'	440	8	2	10-1, 10-2
Gorbea/Lastarria	IX	39°07'	72°41'	40	9	5	11-1, 11-2, 11-3, 11-4, 11-5
Aerodromo Pucón	IX	39°17'	71°55'	230	10	1	12-1
Lago LLeuLleu	IX	38°02'	73°09'	210	11	8	13-1, 13-2, 13-3, 13-4, 13-5, 13-6, 13-7, 13-8,
Manzanar Alto	IX	38°03'	73°10'	600	12	4	14-1, 14-2, 14-3, 14-4,
Comuy	IX	39°03'	72°59'	160	13	2	15-1, 15-3
Trovolhue	IX	38°37'	73°20'	110	14	6	16-1, 16-2, 16-3, 16-4, 16-5, 16-6
Loncoyamo	IX	38°35'	73°24'	510	15	2	17-1, 17- 2
Soloyó	IX	38°35'	72°34'	340	16	3	18-1, 18-2, 18-3
Porma	IX	39°08'	37°16'	70	17	2	19-1, 19-2
Lastarria	IX	39°10'	72°59'	40	18	2	20-1, 20-2
Lastarria	IX	39°14'	72°51'	290	19	1	21-1
Mehuín	X	39°26'	73°12'	10	20	2	22-1, 22-2
Queule	X	39°23'	73°12'	80	21	2	23-1, 23-2
Chacao Viejo	X	41°49'	73°29'	20	22	1	24-1
Caulín	X	41°49'	73°38'	10	23	1	25-1
Pumillahue	X	41°55'	74°01'	40	24	1	26-1
Aucar	X	42°09'	73°29'	20	25	1	27-1
Putique	X	42°30'	73°26'	120	26	2	28-1,28-2
Matao	X	42°34'	73°26'	80	27	1	29-1
Chiniquihue	X	41°31'	73°02'	70	28	1	30-1
Llanquihue	X	41°36'	72°39'	130	29	2	31-1, 31-2
Ensenada	X	41°11'	72°31'	200	30	1	32-1
Loncoyamo	IX	38°35'	73°24'	370	31	6	33-1, 33-2, 33-3, 33-4, 33-5, 33-6
Curiñanco	X	39°43'	73°23'	20	32	2	34-1, 34-2
Cutipay	X	39°51'	73°20'	330	33	3	35-1, 35-2, 35-3,
Fdo. Sta. Elvira	X	39°46'	73°11'	110	34	1	36-1
Cerro Sn. Miguel	X	40°19'	73°13'	208	35	3	37-1, 37-2, 37-3
Poaicho	X	40°29'	73°20'	220	36	1	38-1
<b>Total</b>					<b>36</b>	<b>100</b>	

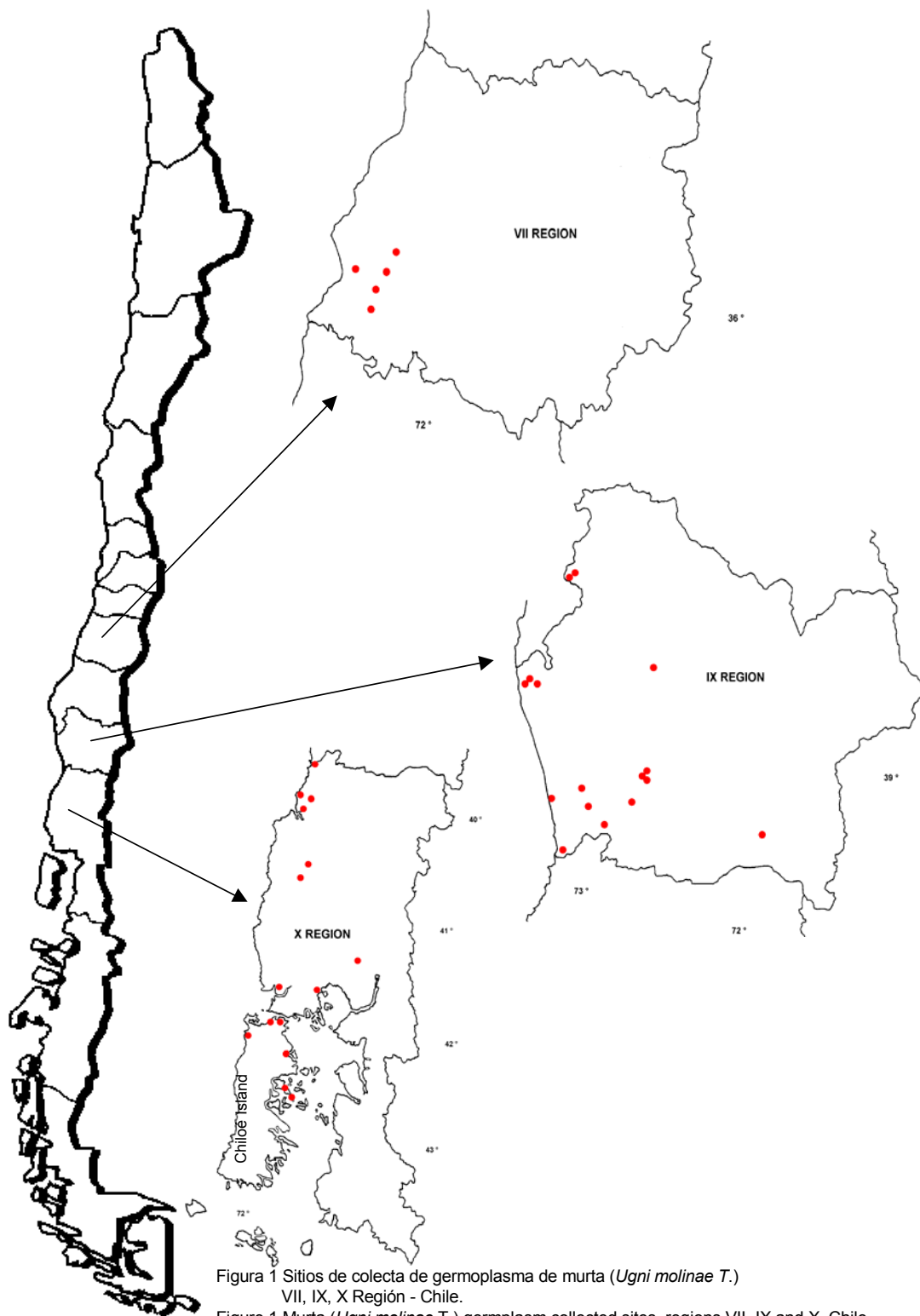


Figura 1 Sitios de colecta de germoplasma de murta (*Ugni molinae* T.)  
VII, IX, X Región - Chile.

Figure 1 Murta (*Ugni molinae* T.) germplasm collected sites, regions VII, IX and X. Chile

## Caracterización molecular de las accesiones

La caracterización morfológica de las accesiones se complementó con estudios de variabilidad genética realizados utilizando la técnica del ADN polimórfico amplificado al azar (RAPD), basado en la reacción de la polimerasa en cadena (PCR). El análisis molecular se realizó en 45 accesiones de murta representativas de todos los sitios de colecta. (Cuadro 1, figura 1). En total se evaluaron 33 partidores seleccionados al azar, considerando sólo aquellos con alto contenido de Guanina-Citosina (60 y 70%). Del total de partidores inicialmente evaluados, se seleccionaron siete para los estudios posteriores, sobre la base de la generación de productos amplificados reproducibles. El ADN se extrajo desde hojas en crecimiento según procedimiento de Doyle y Doyle (1987), con algunas modificaciones. El tejido (0,1 g peso fresco) se maceró en nitrógeno líquido, se homogenizó con 0,7 ml de tampón de extracción (100 mM Tris HCl; pH 8.0; 20 mM EDTA; 1,4 M NaCl; 2% CTAB; 2 % PVP y 0,3%  $\beta$ -mercaptoethanol) y se incubó a 65°C x 30 min. Posteriormente, se adicionó dos volúmenes de cloroformo-isoamyl alcohol (24: 1) y se centrifugó a 10.000 rpm x 5 min. Los ácidos nucleicos se precipitaron con dos volúmenes de 95% de etanol y se peletizaron por centrifugación a 5.000 rpm x 3 min. El "pellet" se lavó dos veces en 80 y 70 % de etanol y se resuspendió en 100  $\mu$ L de tampón TE. Los extractos se incubaron con RNAsa A (Sigma) a 37°C x 1 h y se almacenaron a 4°C hasta su utilización.

La reacción de la polimerasa en cadena (PCR) se realizó en un volumen total de 16  $\mu$ L conteniendo tampón 1XPCR (Gibco BRL), 1,5 mM  $MgCl_2$ , 0,1 mM de cada deoxinucleotido (dATP, dCTP, dGTP y dTTP), 0,2  $\mu$ M partidor (Operon), 1,0 unidad Taq DNA polymerasa (Biorad), y 4  $\mu$ L de DNA genómico. El protocolo para RAPD consistió en un paso inicial de denaturación de 2 min a 94°C, seguido de 40 ciclos a 94°C x 25 seg, 35°C x 1 min, y 72°C x 1,5 min, en un termociclador Perkin Elmer 480. Los fragmentos amplificados se separaron por electroforesis en geles de agarosa al 1,4% (p/v) conteniendo bromuro de etidio, visualizados en un transiluminador y fotografiados con película Polaroid 665. Todos los análisis se realizaron con repeticiones

La posición de las bandas generadas por RAPD se transformó en una matriz de caracteres binarios (1 para presencia y 0 para ausencia de una banda en una posición particular), realizándose la comparación entre bandas mediante análisis multivariado (NTSYS-pc, versión 2,02). El grado de heterogeneidad entre accesiones se determinó utilizando los coeficientes de similitud de Jaccard y de Nei y Li, de acuerdo al programa NTSYS-pc, versión 2,02.

## RESULTADOS Y DISCUSION

### Distribución geográfica y hábitat de crecimiento

Se colectaron 100 accesiones de *Ugni molinae* Turcz, en 36 sitios. (Cuadro 1; Figura 1). La determinación botánica de las accesiones colectadas permitió concluir que el 93% corresponde a *Ugni molinae* Turcz. y un 7,0% a *Ugni candollei* Barn, especie que se encontró principalmente asociada a sectores costeros de la IX y X regiones.

La amplia distribución latitudinal de la especie, observada en la colecta de germoplasma realizada entre la VII y X regiones, sugiere que la murta o murtila se desarrolla en diversas condiciones climáticas. Longitudinalmente, la mayor frecuencia de la especie, se determinó desde la depresión intermedia (72° LE) hacia la Cordillera de la Costa (74° LE). En un gradiente altitudinal, las accesiones colectadas se obtuvieron entre 10 y 250 msnm (Figura 1). En relación al clima, según Novoa y Villaseca (1989), en la VII Región se colectó en sectores donde el clima característico corresponde a mediterráneo marino, en tanto que en la IX y X regiones, los materiales se colectaron en climas de tipo marino húmedo patagónico, marino cálido, marino frío y marino fresco, dependiendo de la ubicación de los sitios de colecta.

En su hábitat natural, la especie se encontró preferentemente en terrenos no cultivados, a orillas de caminos, en bosques naturales o en manchones (“murtales”), alejado de centros urbanos y, por lo tanto, de baja presión antrópica. Se determinó que *U. molinae* crece asociada a especies nativas, con un alto predominio de *Pernettya mucronata*, *Luma apiculata*, *Aristotelia chilensis*, *Embothrium coccineum* y *Rhaphitamnus spinosus* (Cuadro 2). En general, las especies asociadas a la murta, se desarrollan en terrenos húmedos, cercanos a riberas de ríos y lagos, conformando los bosques del Centro Sur de Chile (Hoffmann, 1994).

El análisis químico de las muestras de suelo obtenidas en los 36 sitios de colecta y, tomando como referencia el diagnóstico preliminar de los niveles de fósforo, nitrógeno, potasio, materia orgánica y pH de los suelos de la IX Región (Montenegro, 1991), se concluyó que un 97,1 % de los sitios presentaron suelos con niveles inferiores a 5 ppm de fósforo disponible (rango considerado muy bajo), que un 76,4 % mostró niveles de nitrógeno disponible inferiores a 9 ppm (muy bajos) y que un 61,7% presentó niveles de potasio intercambiable inferiores a 100 ppm (muy bajo a bajo).

En el 50% de los sitios, los suelos presentaron niveles de materia orgánica (MO) considerados bajos y muy bajos, en tanto que, en el 82 % de los sitios prospectados los suelos se ubicaron en un rango de pH que varió entre 5,6 - 6,0. Respecto de la saturación de aluminio, el 59,2% de los sitios presentaron suelos con niveles superiores a 15,1%, considerado, según Gallardo y Borie (1999) y Borie *et al* (1999), muy alto y detrimental para varios cultivos tales como cebada, trigo y raps. De acuerdo a la información, el ambiente natural de *U. Molinae*, se caracterizó por suelos bajos en fósforo y nitrógeno disponible, bajos en potasio intercambiable, y con altos porcentajes de saturación de aluminio (Cuadro 3).



Estos antecedentes sugerirían que *U. molinae* sería una especie que se adapta a condiciones de estrés nutricional, aún cuando no se dispone de antecedentes que permitan predecir su comportamiento en suelos sin limitantes químicas, con fertilización, o bajo manejo agronómico. En las condiciones de suelo antes señaladas, la especie en estudio se desarrolla formando plantas arbustivas de altura variable, entre 0.3 m y 1,70 m, y excepcionalmente, puede alcanzar una altura superior a los 3m (sitio 26, Putique-Chiloé)





Cuadro 3. Distribución de la población de suelos de los sitios de colecta en rangos correspondientes a diferentes parámetros químicos del suelo

Elemento	Rango	Clasificación*	Población (%)
Fósforo disponible (ppm)	≤ 5	Muy bajo	97,1
	6-9	Bajo	2,9
	10-14	Medio	0
	15-20	Alto	0
	≥ 21	Muy alto	0
Nitrógeno (ppm)	≤ 9	Muy bajo	76,4
	10-19	Bajo	23,6
Potasio intercambiable (ppm)	≤ 50	Muy bajo	8,8
	51-100	Bajo	52,9
	101-150	Bajo -medio	11,8
	151-200	Medio	14,7
	201-275	Medio- alto	8,8
	276-350	Alto	0
	≥ 351	Muy alto	2,9
Saturación de Aluminio (%)	≤ 2.5	Muy bajo	23,5
	2.51-5.0	Bajo	11,8
	5.1-10.0	Medio	5,9
	10.1-15.0	Alto	5,9
	≥ 15.1	Muy alto	52,9
pH (agua)	≤ 5	Muy bajo	0
	5.1-5.5	Bajo	14,7
	5.6-6.0	Medio	67,6
	6.1-6.5	Alto	17,6
	≥ 6.6	Muy alto	0
Materia orgánica (%)	≤ 5.9	Muy bajo	29,4
	6.0-8.9	Bajo	20,6
	9.0-11.9	Medio	11,8
	12.0-14.9	Medio - alto	20,6
	15.0-17.9	Alto	8,8
	≥18.0	Muy alto	8,8
Calcio intercambiable (me/100g)	≤ 2.0	Muy bajo	61,8
	2.1-4.0	Bajo	32,4
	4.1-6.0	Bajo - medio	2,9
	6.1-8.0	Medio	0
	8.1-10.0	Alto	0
	≥ 10.1	Muy alto	2,9
Magnesio intercambiable (me/100g)	≤ 0.20	Muy bajo	2,9
	0.21-0.40	Bajo	38,2
	0.41-0.60	Bajo - medio	5,9
	0.62-0.80	Medio	5,9
	0.81-1.0	Medio- alto	8,8
Elemento	Rango	Clasificación*	Población (%)

	1.01-1.4	Alto	14,7
	$\geq 1.41$	Muy alto	23,5
Suma de bases (me/100g)	$\leq 2.5$	Muy bajo	50
	2.51-5.0	Bajo	26,5
	5.1-7.5	Medio	14,7
	7.51-10	Medio - alto	5,9
	10.01-12	Alto	0
	$\geq 12.51$	Muy alto	2,9

### Características de los frutos colectados

Al analizar las características de los frutos en las diferentes accesiones se observó que el diámetro ecuatorial fluctuó entre 0,71 y 1,31 cm con un promedio de 0,94 cm, consistente con lo indicado en la literatura (Landrum, 1988). Es importante señalar que la variación latitudinal afectó significativamente este carácter, de manera que mientras el 56% de las accesiones colectadas en la X Región presentaron frutos con diámetro ecuatorial superior a 1,0 cm, sólo el 14% de los frutos alcanzó este tamaño en la VII Región. Al respecto, Lavín y Vega (1996) reportan que el diámetro ecuatorial de la murta colectada en la VII Región fluctúa entre 0,5 y 0,9 cm, lo que concuerda con el presente análisis, en donde el 50% de los frutos colectados en esta región poseen diámetros ecuatoriales entre 0,71 y 0,89 cm (Figura 2).

El peso de los frutos del material colectado fluctuó entre 0,21 y 1,01 g, presentando un rango más amplio que lo reportado por Hevia *et al* (1993) y Landrum y Donoso (1990), quienes señalaron variaciones entre 0,42 y 0,51 g. De manera similar a la tendencia que caracterizó al diámetro ecuatorial, el peso de los frutos aumentó en un gradiente latitudinal norte-sur. De esta manera, en la VII Región no se encontraron accesiones con frutos superiores a 0,61 g, en tanto que, en las regiones IX y X, se apreció que un 4% y 20% de las accesiones, respectivamente, presentaron frutos con pesos superiores a este valor (Figura 3).

Los sólidos solubles presentaron un amplio rango de dispersión que fluctuó entre, 6,5 y 28° Brix (Figura 4). En promedio, los sólidos solubles de frutos provenientes de la VII, IX y X regiones correspondieron a 18,16; 16,88 y 13,58 °Brix, respectivamente. En la VII Región la mayoría de las accesiones (86%) se ubicó entre 14 y 21.5° Brix, en la IX Región el 59 % de ellas se ubicó en este rango y en la X Región sólo el 48%. Sobre la base de estos antecedentes, los sólidos solubles del fruto de murta disminuyen de norte a sur, una tendencia opuesta a lo que ocurre con el diámetro ecuatorial y el peso. En la X Región no se detectaron frutos con sólidos solubles superiores a 22° Brix, a diferencia de lo observado en las regiones VII y IX donde un 11% y 17% y de las accesiones, respectivamente, presentaron frutos con parámetros superiores a este valor, considerado alto si se compara con el promedio de 15° Brix obtenido en evaluaciones realizadas en la IX Región en arándano alto (*Vaccinium corymbosum*) (Figuroa, 1991).

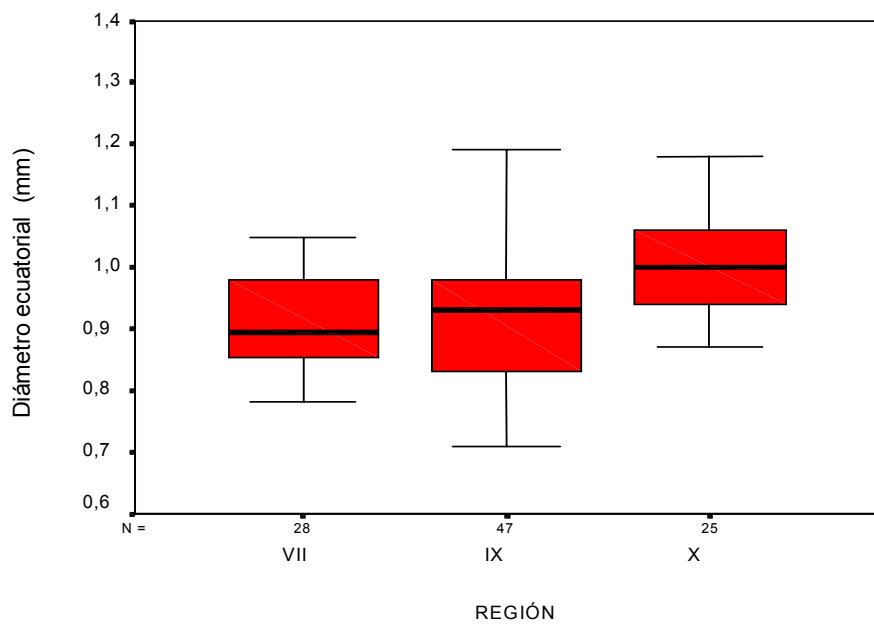


Figura 2 Diámetro ecuatorial de frutos de murta (*Ugni molinae T.*), colectados en las regiones VII, IX, X. Chile.

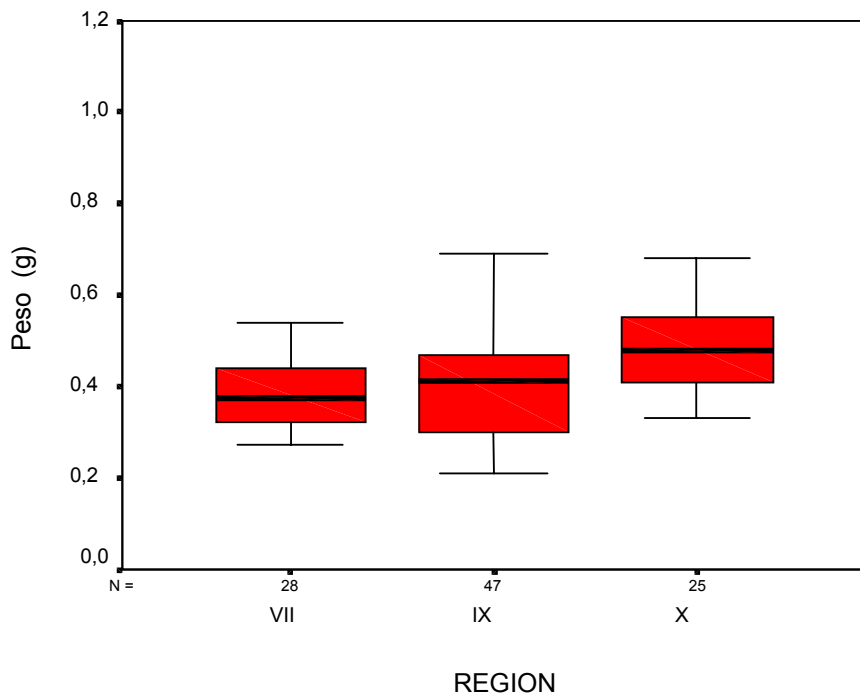


Figura 3 Peso de frutos de murta (*Ugni molinae T.*), colectados en las regiones VII, IX, X. Chile.

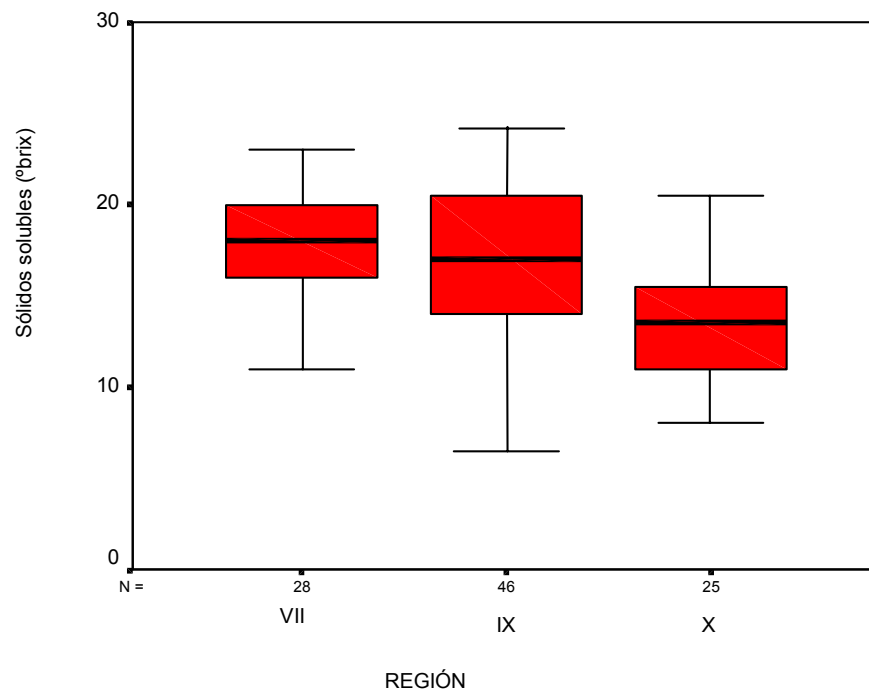


Figura 4 Sólidos solubles de frutos de murta (*Ugni molinae T.*), colectados en las regiones VII, IX, X. Chile.

De lo anterior se desprende que existe una relación latitudinal en cuanto a los caracteres del fruto: diámetro ecuatorial, peso y sólidos solubles. El diámetro ecuatorial y peso de los frutos aumenta de norte a sur del país, situación inversa a lo observado para los contenidos de sólidos solubles. La accesión de mayor peso y diámetro ecuatorial proviene de la localidad Cutipay en la Isla de Chiloé, X Región, y la accesión con mayor contenido de sólidos solubles (28° Brix) proviene de la localidad Piren Alto, VII Región.

Se determinó una gran variabilidad en el color de los frutos, observándose tonalidades desde blancas a rojo oscuro, con una tendencia a una mayor expresión del color rojo en las zonas más frías. Considerando un gradiente latitudinal de norte a sur, se determinó que en los frutos de murta de la VII Región predominan los tonos rosado amarillentos, en la IX Región predominan los frutos de color rojo, aún cuando un número importante de accesiones es de color rosado, y en la X Región destacan los frutos de color rojo intenso.

La variación fenotípica observada en un gradiente latitudinal para los caracteres: peso, diámetro ecuatorial, sólidos solubles y color del fruto, podría explicarse en términos de variación clinal, entendiéndose por esta, al cambio gradual de un carácter, en especies de amplia distribución geográfica, como resultado de la adaptación a un cambio continuo del medio ambiente (Langlet, 1963; Grant, 1971). Las principales fuentes de variación clinal, en extensas áreas de distribución de las especies, son los factores climáticos (Stern & Roche, citados por Donoso, 1995). Esto sugiere la posibilidad de explotar la variación clinal mediante

el movimiento de genotipos entre zonas climáticas de modo de permitir la expresión de un carácter deseado, mientras no revierta a su fenotipo original.

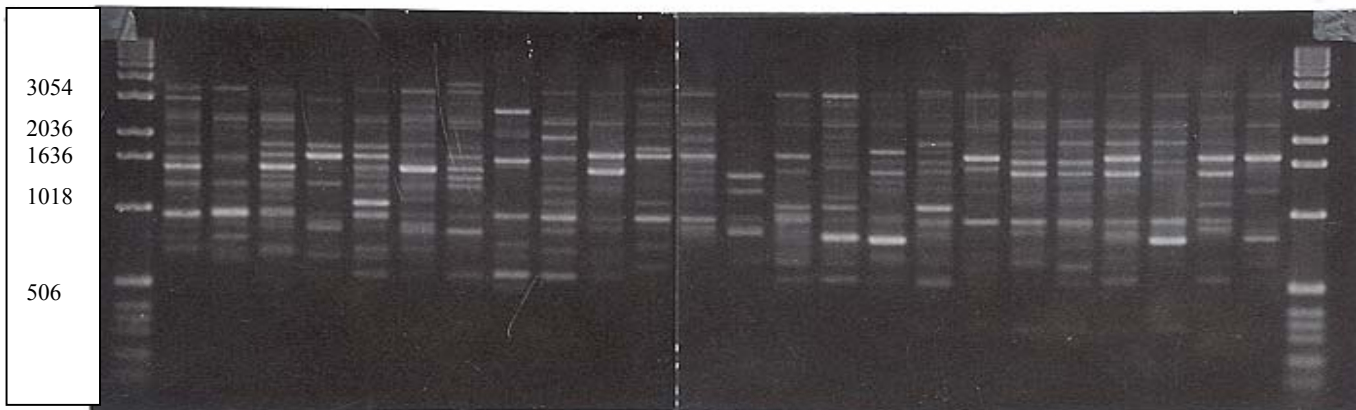
### **Caracterización molecular**

Del total de partidores seleccionados (7 de un total de 33 inicialmente evaluados, OPAN-19 y OPAP-03 se destacaron por presentar el mayor polimorfismo. Treinta y una bandas fácilmente identificables se analizaron por la presencia o ausencia de fragmentos de ADN amplificado, los que fluctuaron entre 600 y 2000 pares de bases. Perfiles representativos generados por tres de los siete partidores utilizados en este estudio (OPAN 19, OPAP 03 y OPAK02) se presentan en la Figura 5.

El grado de relación entre accesiones de *U. molinae*, determinado mediante la derivación de coeficientes de similitud, no varió significativamente cuando se utilizaron los coeficientes de Jaccard o Nei y Li, con una correlación entre matrices de 0,99, determinada de acuerdo al Test de Mantel (NTSYS-pc, versión 2,02). De acuerdo a estos resultados, no se observó homología entre las 45 accesiones colectadas en un amplio rango de ambientes del sur del país, con coeficientes de similitud que fluctuaron entre 0,1 y 0,833, y entre 0,182 y 0,909 para Jaccard y Nei y Li, respectivamente. La ausencia de homología se observó incluso entre accesiones colectadas en un mismo sitio geográfico (Tapihue), como se muestra para la serie MUR-06 colectada en la VII Región (Cuadro 1, Figura 1).



1 2 3 4 5 6 7 8 9 10 11 12 13 14 15 16 17 18 19 20 21 22 23 24



1 2 3 4 5 6 7 8 9 10 11 12 13 14 15 16 17 18 19 20 21 22 23 24



1 2 3 4 5 6 7 8 9 10 11 12 13 14 15 16 17 18 19 20 21 22 23 24

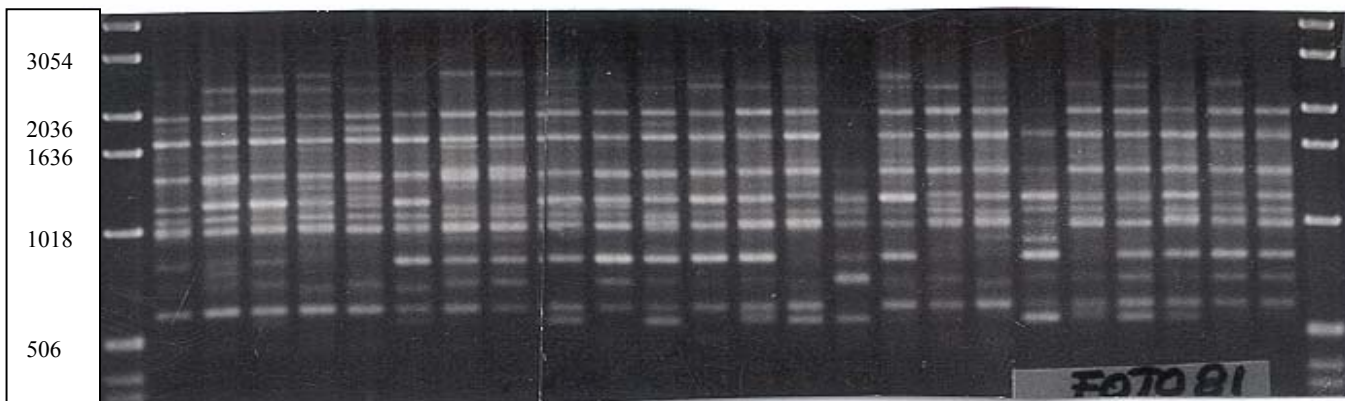


Figura 5. Patrones RAPD generados con partidores OPAN-19 (panel superior) OPAP-03 (panel central) y OPAK-17 (panel inferior). El orden de carga de izquierda a derecha es marcador de peso molecular-accesión 1-24.

Aún cuando la significativa variabilidad genotípica entre accesiones es consistente con lo observado en caracteres morfológicos y químicos, es importante mencionar que el procedimiento de colecta, dirigido hacia la selección de genotipos divergentes, podría sobrestimar el valor real de divergencia dentro de la población. El amplio rango de variabilidad, sin embargo, permite señalar la posibilidad cierta de mejorar los atributos comerciales de esta especie mediante selección de plantas.

Se ha sugerido que la heterogeneidad morfológica de *U. molinae* podría ser el resultado de su aparentemente fácil polinización cruzada (Wilckens *et al*, 1991), confirmado por los estudios de Seguel *et al* (1999), quienes demostraron un 47 % de polinización cruzada para esta especie, en donde el género *Bombus spp* es el principal agente polinizador. Consecuentemente, la heterogeneidad observada en la población analizada podría estar asociada al hábito reproductivo de la especie, o al efecto del ambiente sobre el comportamiento de su principal agente polinizador. Si esto último es verdadero, entonces la mayor divergencia genética debería encontrarse en accesiones colectadas en áreas o ambientes que favorezcan la polinización entomófila, como lo observado en este trabajo para regiones más boreales.

Debido al valor potencial observado en la especie *Ugni molinae*, se consideró necesario mantener un banco de germoplasma con el propósito de disponer de material para futuras evaluaciones. Actualmente, el 100% de la colección es conservada en INIA Carillanca forma vegetativa en jardines de campo. Paralelamente, se están desarrollando investigaciones tendientes a establecer protocolos para la conservación *in vitro* de la especie

## BIBLIOGRAFIA

- Alba, D. M. 1977. Estudios sobre algunos aspectos de producción e industrialización de murta. Proyecto Desarrollo Sector Costa. Fondo Nacional de Desarrollo Regional-FNDR Osorno. Chile. 30 p.
- Buzeta, P.A. 1997. Chile: Berries para el 2000. Departamento Agroindustrial Fundación Chile. Santiago. Chile. 136 p.
- Donoso, Z.C. 1995. Bosques Templados de Chile y Argentina. Variación, Estructura y Dinámica. Ecología Forestal. Editorial Universitaria. Santiago. Chile. 485 p.
- Doyle, J. J. y Doyle, J.L. 1987. A rapid DNA isolation procedure for small quantities of fresh leaf tissue. *Phytochem. Bull.* 19: 11-19.
- Figueroa, G.E. 1991. Efecto de tres modalidades de raleo en seis variedades de arándano alto (*Vaccinium corymbosum* L.) Tesis. Ingeniero Agrónomo. Universidad de la Frontera. Facultad de Ciencias Agropecuarias. Temuco. Chile. 85 p.
- Gallardo, F. y Borie, F. 1999. Sensibilidad y tolerancia de especies y cultivares a condiciones de acidez. Test rápido de diagnóstico. *Frontera Agrícola*. Temuco. Chile. 5(1-2):3-18.
- Borie, F.; Gallardo, F.; Mora, M.; García, I. 1999. Sensibilidad y tolerancia a la acidez de los cultivos en condiciones de campo. *Frontera Agrícola*. Temuco. Chile. 5(1-2):19-28.
- Grant, V. 1971. *Plant Speciation*. Columbia University Press. New York. U.S.A. 284 p.
- Hevia, H. F.; Venegas, V. A.; Wilcken, E. R.; Araya, S. F.; Tapia, V. 1993. Murtilla (*Ugni molinae* T.) III. Algunas características del fruto colectado en Chile. *Agro-Ciencia*. Santiago. Chile. 9 (1):63 – 66.
- Hoffman, J. A. 1994. Flora silvestre de Chile, Zona Araucana. Fundación. Claudio Gay. Santiago. Chile. 258 p.
- Kuppers, H. 1996. Atlas de colores. Editorial Blume. Barcelona. España. 161 p.

- Landrum, L.R. 1988. The myrtle family (Myrtaceae) in Chile. Proceeding of the California Academy of Science. 47 (12) : 277 – 317.
- Landrum, L.R. y Donoso, C. 1990. Notes on Economic Plants. Economic Botany. 44 (4): 536 – 539.
- Langlet, O.1963. Patterns and terms of intra-specific ecological variability. Nature, 200. (4904).
- Lavín, A. A. y Vega, M. A. 1996. Caracterización de frutos de murtilla (*Ugni molinae* Turcz.) en el área de Cauquenes. Simiente. Santiago. Chile. 64 (3): 93.
- Marticorena, C.1994. Contribución a la estadística de la flora vascular de Chile. Gayana Botánica. (Chile) 47 (3-4): 85-113.
- Montenegro, B.A. 1991. Diagnóstico preliminar de los tenores de nitrógeno, fósforo, potasio, materia orgánica y pH de los suelos de la IX Región. Investigación y Progreso Agropecuario Carillanca. Temuco. Chile. 10 (3):3 –11.
- Novoa, H. R. 1983. Antecedentes sobre establecimiento y producción de frutos de la especie *Ugni molinae* Turcz. Tesis Ingeniero Forestal. Universidad Austral de Chile. Valdivia. Chile. 90 p.
- Novoa, R. y Villaseca, S. 1989. Mapa agroclimático de Chile. Instituto de Investigaciones Agropecuarias. Santiago. Chile. 221 p.
- Pessa, J. A. y Caprile, L. R. 1993. Análisis y composición de aceite en semilla de murta (*Ugni molinae*). Alimentos. Santiago. Chile 18 (1): 11-14.
- Sadzawka, R. A. 1990. Métodos de análisis de suelos. Instituto de Investigaciones Agropecuarias. Serie La Platina N° 16. Santiago. Chile. 130 p.
- Seguel, I; Riveros, M., Lehnebach, C. y Torres, A. 1999. Antecedentes reproductivos y fenológicos de *Ugni molinae* Turcz. ( Myrtaceae). Phytón. 65:13-21
- Wilckens, R.; Venegas, A.; Hevia, F.;Tapia, M.; Araya,F. y Conejeros, S. 1991 Murtilla (*Ugni molinae* T.) I. Obtención de extractos foliares no oxidados para separar electroforeticamente proteínas y enzimas en geles de poliacrilamida. Agro Ciencia 7 (2): 129-134.